

УДК 511.4

Лук'янчук П. М., Литвин А. С.
*Київський національний університет
імені Тараса Шевченка*

АВТОМАТИЧНЕ ДЕШИФРУВАННЯ ЛІНЕАМЕНТІВ ЗА ДАНИМИ SRTM ТА ВИКОРИСТАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ДЛЯ МОРФОСТРУКТУРНОГО АНАЛІЗУ

Ключові слова: SRTM, PCI GEOMATICA, автоматичне дешифрування лінеаментів, лінеаментний аналіз, морфоструктурний аналіз

Вступ. На сучасному етапі розвитку геоінформаційних технологій існує величезна кількість первинної інформації, а тому, в деяких випадках, і вільний доступ до матеріалів аерокосмічної зйомки (МАКЗ), наданий з метою популяризації, впровадження та розвитку геопросторової науки серед науковців країн, що розвиваються. До таких МАКЗ належить Shuttle Radar Topography Mission (SRTM) – цифрова модель рельєфу (ЦМР) з просторовою розрізненістю 90 м/піксель, побудована за даними радіолокаційної зйомки, що пройшла попередню фільтрацію (відсіювання результатів людської діяльності, рослинності тощо). Дана ЦМР отримала популярність через свою доступність і значне покриття земної поверхні, а тому часто застосовується багатьма науковцями для вирішення широкого кола прикладних задач [2].

Основою для морфоструктурних досліджень є лінеаментний аналіз – набір методів, що дають можливість за картографічними зображеннями та матеріалами МАКЗ виділяти лінеаменти. Він ґрунтується на вивченні та виділенні лінійних елементів у структурі зображення (аналіз прямолінійних відрізків русел, планового малюнку рельєфу та гідромережі, мегатріщинуватості, геоіндикаційне та контрастно-аналогове дешифрування МАКЗ, тощо) [1].

Поняття про лінеаменти як лінійні структури вперше було введено у 1904 р. В. Хоббсом і відіграло важливу методологічну роль у геологічній та географічній науці. В сучасній концепції лінеаменти сприймаються як лінійні та лінійноорганізовані елементи, уздовж яких відбувається зміна параметрів середовища, зображеного на картографічному матеріалі або МАКЗ [1].

Матеріали та методи. Автоматична побудова лінеаментного поля з розвитком дистанційних методів набуває все більшої актуальності, оскільки дозволяє обробити великі об'єми інформації за короткий час. Для вирішення даної задачі використовується кілька різних програмних продуктів, зокрема, ПЗ ALINA, модуль LESSA для ERDAS та PCI Geomatica; схожого результату можна досягти і за допомогою програмних продуктів ENVI та ILWIS, виконавши декілька нескладних алгоритмів обробки зображень. У цій роботі прикладом можливостей автоматичного дешифрування слугуватимуть результати, отримані за допомогою PCI Geomatica.

Основний алгоритм, за яким здійснюється автоматична побудова лінеаментного поля, складається з наступних кроків [4]:

- введення даних;
- фільтраційну обробку даних;
- побудову лінеаментного поля;
- геопросторовий аналіз.

Оскільки дані SRTM являють собою матрицю висот, де кожен піксель має своє значення висоти над рівнем моря, у необробленому вигляді вони не придатні для лінеаментного аналізу. Тому, лінеаментна мережа будується за результатами тіньової відмивки рельєфу даної ЦМР. Для виконання якої створюється кілька растрів відмивки з різним азимутом і однаковим кутом падіння освітлення

(найкращі результати дає поєднання чотирьох растрів, з азимутом джерела освітлення у 0; 45; 90; 135° та кутом його падіння 60°), оскільки при використанні одного азимуту освітлення втрачаються деталі, які видно лише під перпендикулярним до нього азимутом.

Автоматична побудова мережі лінеаментів ґрунтується на фіксації меж різкої зміни контрастності тону зображення. Протяжність, густота та кількість дешифрованих лінійних елементів залежить від вхідних параметрів, таких як мінімальна можлива довжина, кутове відхилення, можливий радіус, поправка на розрив лінії, тощо. Операція автоматичної побудови лінеаментів проводиться для кожного растра відмивки рельєфу.

Фактично, такий підхід до встановлення лінійних елементів базується на методі лінеаментної апроксимації – виділенні в фото- чи картографічному зображенні лінійних, дугових, колових контурів, чітких чи умовних, з різним ступенем достовірності, які інтерпретуються як лінеаменти [1]. У даному випадку, лінеаменти виділяються виключно за особливостями рельєфу, а критерієм фіксації їх є зміна фототону растру тіньової відмивки рельєфу [3].

Особливістю запропонованого способу є велика кількість віддешифрованих лінеаментів. Це пояснюється можливістю виділення лінеаментів за різноманітними структурними лініями поверхні (бровки, тилові шви, уступи, прегини тощо), що не завжди можливо при аналогічних побудовах тільки на основі топокарти. Відповідно, схеми отримані автоматично, за рахунок високої щільності лінеаментів є більш інформативними для потреб морфоструктурного аналізу ніж схеми побудовані традиційним способом.

Подальший структурно-геометричний аналіз отриманого поля лінеаментів дозволяє виділити площові, лінійні, та центрального типу морфоструктури.

Результати. При вивченні автоматично побудованої мережі лінеаментів було виділено ряд ознак, що можуть бути використані для візуалізації морфоструктур. Ними є наступні характеристики лінеаментного поля: зміна щільності, плановий рисунок, зміна планового рисунку. Дані критерії можуть бути використані як для встановлення контуру - межі морфоструктури чи елементів її будови так і для оконтурювання площі всієї морфоструктури чи її частини.

Так, для виділення контурів морфоструктур можливі наступні варіанти:

1) *лінійний рисунок*: лінеамент або група лінеаментів в плані утворюють лінію, що виступає в якості контуру. Залежно від типу морфоструктури така лінія може бути прямою чи дуговою (рис. 1).

2) *лінійно-зональний рисунок*: різка зміна щільності чи напрямку лінеаментів в межах вузької лінійної зони (рис. 2).

При оконтурюванні площі морфоструктур чи їх частин можливо використання таких особливостей рисунку лінеаментної мережі:

1) *паралельний рисунок*: переважання одного напрямку лінеаментної мережі всередині морфоструктури, відмінного від напрямків оточуючих морфоструктур (мал. 3-а);

2) *радіальний рисунок*: доцентрове чи відцентрове розташування найбільших за протяжністю лінеаментів (мал. 3-б);

3) *різнонаправлений (хаотичний) рисунок*: відсутність переважаючих напрямів всередині морфоструктури, виділяється лише через значний контраст з оточуючими ділянками (мал. 3-в).

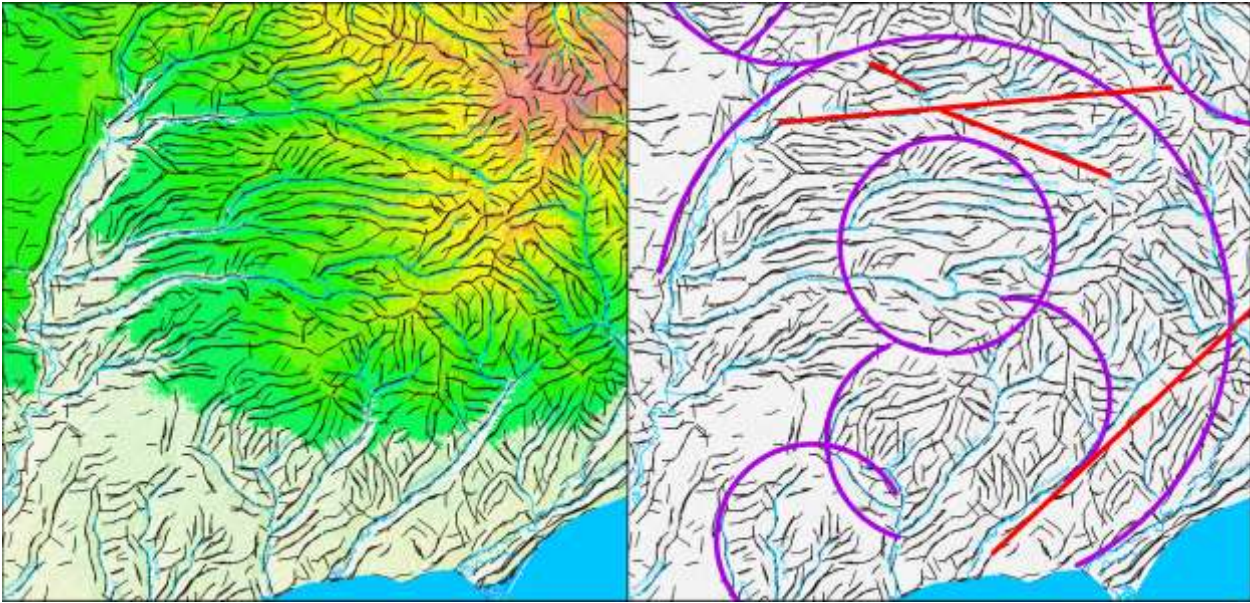


Рис. 1 – Виділення контуру МЦТ за лінійним рисунком лінеаментів

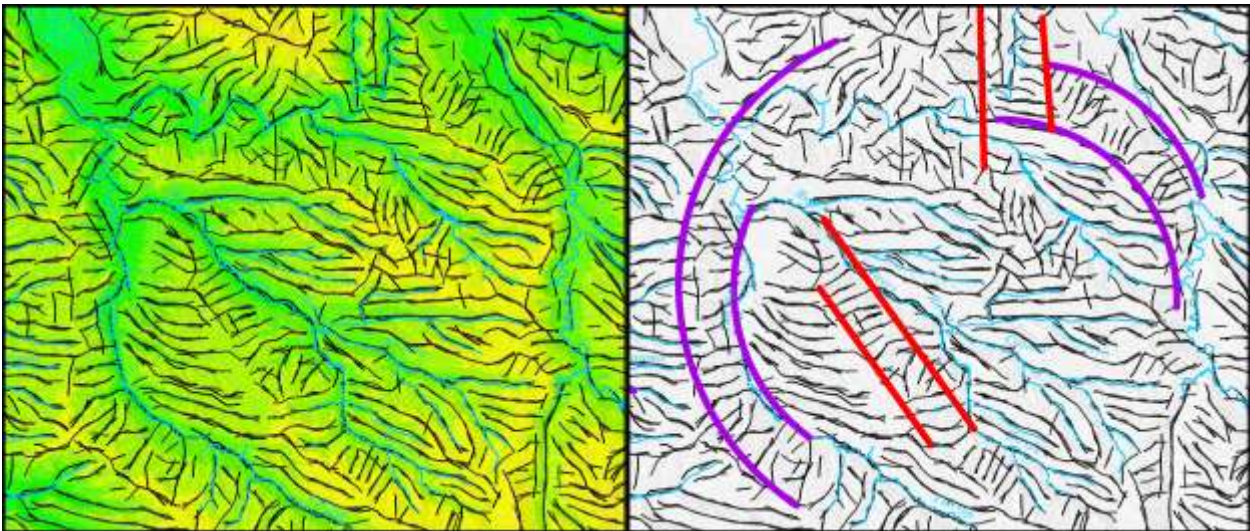


Рис. 2 – Виділення контурів морфоструктур за лінійно-зональним типом рисунку (фіолетовим – МЦТ, червоним – лінійні структури)

Висновки. Приведений у статті алгоритм автоматичної побудови лінеаментного поля з даних SRTM дозволяє за короткий час отримати основу для проведення морфоструктурного аналізу. Для виділення морфоструктур запропоновано ряд критеріїв, що ґрунтуються на особливостях будови лінеаментного поля – його щільності, характері рисунку. Ці критерії дозволяють встановлювати як контури морфоструктур так і обмежувати окремі морфоструктури чи їх частини. Слід зазначити, що комплексне використання описаних критеріїв дає можливість точного та детального встановлення морфоструктур різних типів.

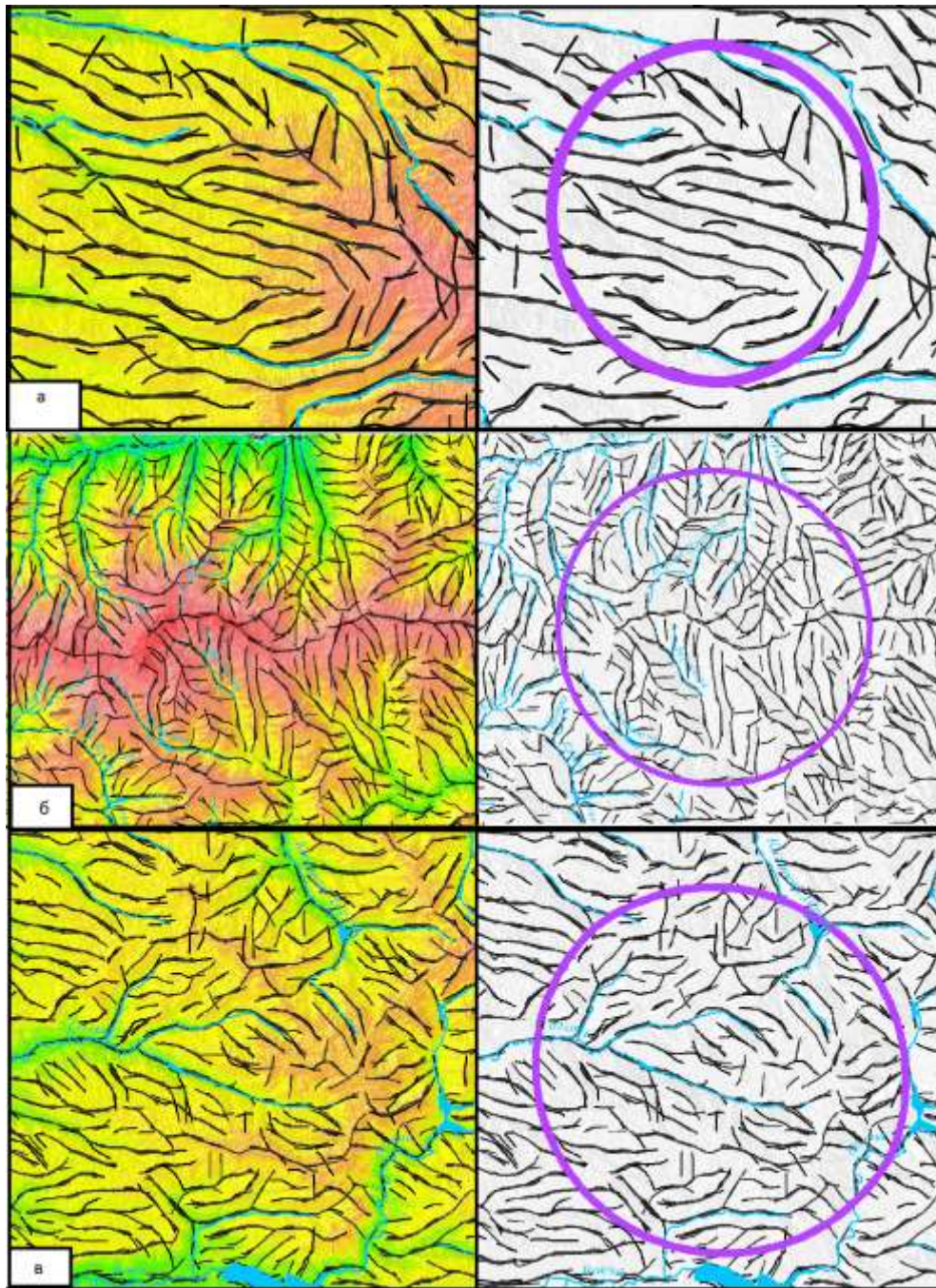


Рис. 3 – Виділення МЦТ за особливостями внутрішнього наповнення:
а - паралельний рисунок, б - радіальний рисунок, в - різнонаправлений рисунок

Список літератури

1. *Бортник С. Ю.* Просторово-геоструктурний аналіз Кіровоградської морфоструктури центрального типу : монографія / С. Ю. Бортник, О. В. Ковтонюк. – К. : ВГЛ «Обрії», 2012. – 190 с.
2. *Аерокосмічні дослідження геологічного середовища : наук.-метод. посіб. / Мичак А. Г., Філіпович В. Є., Приходько В. Л. та ін. ; Міністерство охорони навколишнього природного середовища України. Державна геологічна служба. – К., 2010. – 246 с.*
3. *Трофимов Д. М.* Современные методы и алгоритмы обработки и анализа комплекса космической, геолого-геофизической и геохимической информации для прогноза углеводородного потенциала неизученных участков недр / Трофимов Д. М., Евдокименков В. Н., Шуваева М. К. – М. : Физматлит, 2012. – 320 с.
4. *Rayan Ghazi Thannoun.* Automatic Extraction and Geospatial Analysis of Lineaments and their Tectonic Significance in some areas of Northern Iraq using Remote Sensing Techniques and GIS /

Rayan Ghazi Thannoun // International Journal of Enhanced Research in Science Technology & Engineering; Remote Sensing Center / Mosul University, Iraq. – Feb. 2013. – Vol. 2, is. 2.

Лук'янчук П. М., Литвин А. С. Автоматичне дешифрування лінементів за даними SRTM та використання результатів для морфоструктурного аналізу. У статті розглядається алгоритм використання автоматичного дешифрування лінементів з цифрової моделі рельєфу SRTM та критерії виділення морфоструктур за отриманими результатами.

Ключові слова: SRTM, PCI GEOMATICA, автоматичне дешифрування лінементів, лінементний аналіз, морфоструктурний аналіз.

Lukyanchuk P.M., Lytvyn A.S. An automatic decryption of lineaments based on the SRTM data and use of the results for the morphostructural analysis. In this article the algorithm of the use of the automatic decryption of the lineaments according to the digital elevation model SRTM is presented together with criteria for delineation of morphostructures based on the envisaged results.

Keywords: SRTM, PCI GEOMATICA, automatic extraction lineament, the lineament analysis, the morphostructural analysis.

Лукьянчук П. Н., Литвин А. С. Автоматическое дешифрирование линементов за данными SRTM и использование результатов для морфоструктурного анализа. В статье рассматривается алгоритм использования автоматического дешифрирования линементов с цифровой модели рельефа SRTM и критерии выделения морфоструктур по полученным результатам.

Ключевые слова: SRTM, PCI GEOMATICA, автоматическое дешифрирование линементов, линементный анализ, морфоструктурный анализ.

Надійшла до редколегії 05.03.2015